

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-121712

(43)Date of publication of application : 28.04.2000

(51)Int.Cl.

G01R 33/02

(21)Application number : 10-289216

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 12.10.1998

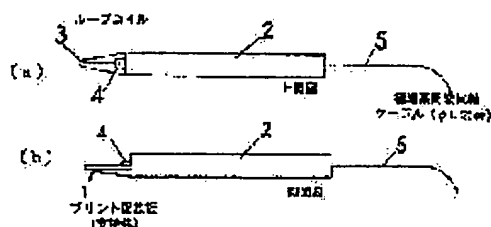
(72)Inventor : KIMURA YUICHI  
KO TAIKO  
SHINDO YASUYUKI

## (54) PEN TYPE NEAR MAGNETIC FIELD PROBE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To devise the form, mechanism and structure of a probe in such a manner that a near magnetic field probe using a loop coil can be easily used without needing special attention at the time of measurement and formed at a low cost.

**SOLUTION:** A near magnetic field probe of a hand held type which uses a loop coil 3 is provided with a fine loop coil 3, a transmission line and a connection part for a high frequency cable which enables connection with a measuring apparatus, on a retainer 2 composed of a printed wiring board 1. The retainer 2 is connected with the tip of a portable hold part member, and the retainer 2 can be made to approach an object to be measured.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-121712

(P2000-121712A)

(43)公開日 平成12年4月28日(2000.4.28)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テマコード(参考)

G 0 1 R 33/02

G 0 1 R 33/02

B 2 G 0 1 7

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平10-289216

(22)出願日 平成10年10月12日(1998.10.12)

(71)出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72)発明者 木村 祐一

東京都大田区中馬込1丁目3番6号株式会  
社リコー内

(72)発明者 高 太好

東京都大田区中馬込1丁目3番6号株式会  
社リコー内

(74)代理人 100110386

弁理士 園田 敏雄

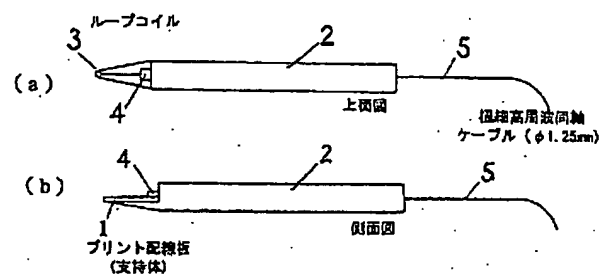
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ペン型近磁界プローブ

(57)【要約】 (修正有)

【課題】ループコイルによる近磁界プローブについて、測定時に格別の注意を要することなく気安く使用でき、かつ、安価に作製できるように、プローブの形状、機構・構造を工夫すること。

【解決手段】ループコイル3によるハンドヘルドタイプの近磁界プローブについて、プリント配線板1からなる支持体2上に微小ループコイル3、伝送線路、および測定装置との接続を可能とするための高周波ケーブル用の接続部を備え、支持体2を携帯しやすい保持部材の先端に接続して、支持体を測定対象に近接させられるようにしたこと。



本発明におけるペン型近磁界プローブの概略図

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】プリント配線板よりなる支持体上に微小ループコイル、伝送線路、および測定装置との接続を可能とするための高周波ケーブル用の接続部を備え、支持体を携帯しやすい保持部材の先端に接続して、支持体を測定対象に近接させられるようにしたことを特徴とする近磁界プローブ

【請求項2】伝送線路を、先端部に向かって細くなっている接地導体を中心導体の両側に左右対称に配した構造のコブレナ線路としたことを特徴とする請求項1の近磁界プローブ

【請求項3】プローブ先端のコブレナ線路部分の最小幅が2mm乃至4mmであることを特徴とする請求項2の近磁界プローブ

【請求項4】プリント配線板の板厚が0.6乃至1.6mmであることを特徴とする請求項3のペン型近磁界プローブ。

【請求項5】プリント配線板の誘電率が3.5乃至5.5であることを特徴とする請求項3のペン型近磁界プローブ。

【請求項6】プリント配線板の先端面と上記微小ループコイルとの間隔が0.3乃至3mmであることを特徴とする請求項1または請求項2の近磁界プローブ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、電子式複写機、パソコン等の事務機器、家庭用電気機器、産業機器等、各種電気電子機器からの電磁ノイズの検知、すなわち、装置内に内在するプリント配線基板やハーネス筐体等からの電磁ノイズ源を特定するために用いるEMC規制対策や電磁障害対策用検査、特に被測定物に近接させて高周波電流を検知するための検査に利用できる近磁界プローブに関するものであり、電子部品が実装され、高密度に配線されたプリント配線板についても、高感度で高周波電磁ノイズを検出して、そのノイズ源を高精度で同定することができ、かつ廉価に製造することができるものである。

## 【0002】

【従来技術】現在、電子機器に搭載されているマイクロプロセッサや携帯電話の動作周波数は数十MHz乃至数GHzに及んでいる。これらの高い周波数帯域では不要電磁輻射の規制がなされており、遵守が義務づけられている（EMC規制：Electro Magnetic Compatibility）。この規制のために電子機器製造メーカーは法的規制により定められたオープンサイトや電波暗室内で遠方での電磁界を測定（3m法、10m法）し、規制値を下回るようノイズ低減対策を講じなければならない。しかしながら、このようなサイトや電波暗室を用いた計測手法のみではノイズ対策が必要な箇所の同定が困難である。このため、結果的に不必要

な対策部品が増えて、過剰コスト増になったり、対策に手間取り、製品の市場投入が遅れる等の負担が製造メーカーに強いられている。このため、ノイズ源を簡便に同定する手段として近磁界プローブを用いた2次元あるいは3次元の磁界強度の空間分布を測定する装置が相次いで提案され、商品化されている。例えば、特開平6-58970号公報に、ステージ上にセットされたプリント配線板の表側では3次元に走査可能な可動アームに近磁界プローブを取り付けて磁界分布を計測し、裏面でステージに埋め込まれた近磁界プローブアレイによって2次元の磁界分布を計測するシステムが記載されている。

【0003】ところで、近磁界プローブは測定対象物に近づければ近づくほど、他の電流源からの影響を受け難くなり、ノイズ源の同定精度を増すことができる。しかし、従来の計測システムにおいては、電子部品の凹凸のためにプリント配線板上の回路パターンに近磁界プローブを密着させながら走査することはできず、このため、ノイズ源の同定精度が制限されてしまう。また、実際の開発、評価の過程においてはプリント配線版を筐体に実装したままで近磁界を計測したい場合が多いが、このような場合に、これに平面スキャンタイプの近磁界プローブシステムで対応することはできない。従来の近磁界プローブは、このように測定の際の自由度に欠けるため、ノイズ源の同定の最後の絞り込には十分に適応し得ない。したがって、平面スキャンタイプのシステムを併用するといった形で、ノイズ電流を絞り込んでいくハンドヘルドタイプの微小ループコイルを有する近磁界プローブが是非とも望まれる。

【0004】他方、比較的大きなループコイルによるハンドヘルドの近磁界プローブ

【図1参照】は、50Ωの同軸ケーブルの内芯を外周のシールドに簡単にはんだ付けできるので、比較的容易、廉価に製造できる。これは、電気回路やディスクリートな部品で構成される電子回路の近磁界プローブとしては非常に重宝なツールであるが、超小型化が進んだ現在の電子回路部品に対しては、実効性に乏しく、必ずしも要求に応え得るものではない。この要求に応えるものとして、ループコイルの微小化による空間分解能向上のために、石英基板上に写真製版技術を用いた近磁界プローブが提案されている（特開平09-166653）。これにより、数百μm平方のループを構成して空間分解能の面で性能を向上させることができるが、しかし石英基板は固くて脆いために、実装やハウジングが必要であり、また加工性が悪いので製造が困難で、高価になることが避けられない。

## 【0005】

【解決しようとする課題】そこで、この発明は、測定時に格別の注意を要することなく気安く使用でき、かつ、安価に作製できるように、プローブの形状、機構・構造を工夫することをその課題とするものである。

【0006】

【課題解決のために講じた手段】

【解決手段1】上記課題解決のために講じた手段1は、ループコイルによるハンドヘルドタイプの近磁界プローブについて、プリント配線板からなる支持体上に微小ループコイル、伝送線路、および測定装置との接続を可能とするための高周波ケーブル用の接続部を備え、支持体を携帯しやすい保持部材の先端に接続して、支持体を測定対象に近接せられるようにしたことである。

【0007】

【作用】微小なループコイル、伝送線路、および測定装置との接続を可能にするための高周波ケーブル用の接続部の支持体が、プリント配線板よりなるものであることで、プリント配線板が石英基板に比べて十分な機械的強度を有しており、したがって、被測定対象にプローブの先端を直接当てて計測することができ、一層高感度な測定を行うことができる。また、プリント配線板を使用することにより実装が容易となり、プリント配線板は打ち抜き加工が可能であるから、石英基板に比べて加工性に優れており、廉価に製造することができる。

【0008】

【解決手段2】上記課題解決のために講じた手段2は、上記解決手段1について、その伝送線路を、先端部に向かって細くなっている接地導体を中心導体の両側に左右対称に配した構造のコブレナ線路としたことである。

【作用】プローブの支持体が先端にいくにしたがって細くなっているため、その操作性が良い。軽量かつ堅牢なハンドヘルドタイプなので被測定対象であるプリント配線板上に電子部品が高密度に実装されている場合でも、目的とする箇所に的確にプローブを当てて測定することができ、また、高密度に配線された高周波電流パスをなぞりながらノイズ源を捜すこともできる。

【0009】

【実施態様1】上記解決手段2による近磁界プローブについて、プローブ先端のコブレナ線路部分の最小幅を2mm乃至4mmにしたこと。

【実施態様2】上記解決手段2による近磁界プローブについて、プリント配線板の板厚を0.6乃至1.6mmにしたこと。

【実施態様3】上記解決手段2による近磁界プローブについて、プリント配線板の誘電率を3.5乃至5.5にしたこと。

【実施態様4】上記解決手段2による近磁界プローブについて、プリント配線板の先端面と上記微小ループコイルとの間隔を0.3乃至3mmにしたこと。

【0010】

【実施例】次いで、本発明により作製されたペン型近磁界プローブの一例の製造方法およびその構成について説明する。図2に示す実施例は、コイルの支持体としてプリント配線板(Printed Wiring Board

ds; PWB)を用いたペン型近磁界プローブである。このプリント配線板1は先端のペン型形状をした支持体2の平面に張り付けられているが、支持体2が先端になっているので、平面スキャンタイプのプローブに比べて、被測定対象に容易に近づけて計測することができる。このため、ノイズ源同定精度の向上が期待される。プリント配線板1は厚さ0.8mmのFR4(ガラス布基材エポキシ樹脂、誘電率 $\epsilon$ : 4.8)の片面プリント配線板である。図3に示すようにPWB上にはループコイル3、伝送線路、高周波コネクタ接続用の銅箔(厚み16 $\mu$ m)がパターンニングされている。プリント配線板1の先端面とループコイル3の間隔は0.3mmとなっている。この間隔をこれ以上狭めると、被測定対象物との接触によるプリント配線板1の先端部の変形により銅箔パターン(ループコイル3)が剥がれる可能性がある。また、同時にこの間隔はループコイルと被測定物がショートすることのないように、絶縁スペーサの役割をも果たしている。また、逆にこの間隔が3mm以上であると、被測定対象とループコイル3との間隔が大きくなるので感度が低下するから、3mm以下であることが望ましい。適当な厚みをもったプリント配線板1は石英基板に比べると、十分な機械的強度を有しているため、被測定対象に直接プローブを当てて計測できるという利点を有している。プリント配線板1には市販の小型高周波コネクタ4(3.5mm口、高さ1.6mm)をはんだ付けにより固定している。このコネクタ4に直径1.25mmの非常に細い高周波同軸ケーブル5を接続して、ループコイル3で検知した高周波誘導起電力をオシロスコープあるいはスペクトルアナライザに伝送する。プリント配線板1を使用することにより実装も容易となる。プリント配線板は型による打ち抜きで尖型に加工することができるから、その加工性に優れている。

【0011】一般に高周波回路においては、信号損失を小さくするためのインピーダンス整合が重要なキーとなる。本発明によるペン型近磁界プローブにおいても高周波伝送特性を維持する必要があるため、ループコイル3とスペクトルアナライザやオシロスコープ(入力インピーダンス: 50 $\Omega$ )等の計測器とを接続する伝送線路に関しては特性インピーダンスを50 $\Omega$ に調整することが好ましい。このような伝送線路としてはマイクロストリップ線路やコブレナ線路が知られているが、この実施例では、中心導体6の両側に左右対称に接地導体7、7を配した構造のコブレナ線路伝送線路を形成している。このように伝送経路を中心導体6と接地導体7、7によるコブレナ線路にすることにより、プローブ先端を極めて小型化することができる。伝送線路において、その特性インピーダンスは銅箔パターンの寸法および配線板の誘電率により決まる。コブレナ線路における最小寸法は中心導体6と接地導体7の間のスペースであり、一般的なプリント配線板加工技術で安価に歩留まりよく作製する

ために、ライン&スペースは0.1mm程度に選定される。すなわち、その加工精度が、ペン型近磁界プローブをどこまで小さく出来るかを決定することになる。

【0012】図4(a)にFR4(誘電率4.8)を用い、中心導体幅を1.2mm、中心導体と接地導体間のスペースを0.15mmにしたもののコブレナ線路の特性インピーダンスの計算結果を示している。このグラフにおいては横軸に接地導体幅 $x$ をパラメータとして示している。この特性グラフから分かるように、接地導体幅 $x$ が2mmであっても上記特性インピーダンスは60Ω未満となるから、インピーダンス整合を十分とれるものである。この計算のモデルは、伝送路方向(1次元)を無限長の線路と仮定したものであるが、図3のような、プローブに近づけるにつれて接地導体が細端化していくような場合にも、この計算結果を基に考察することが可能であり、その特性インピーダンスは50Ωから大きく外れるようなことはないものと予想される。図3に示す構造のペン型近磁界プローブを作製し、これを用いて高周波電流の計測を行えば、十分な感度を有していることが実際に確認される。このようにコブレナ線路を用いることによって、ペン型プローブの先端をより細くし、かつ、安価に大量に生産することができる。

【0013】図5、図6は各々、誘電率をパラメータとしたときの、接地導体幅 $x$ が2mmの場合と5mmの場合のそれぞれの特性インピーダンスの計算結果である。各々、プリント配線板の厚さ $t$ を0.6mm乃至1.6mmの範囲で計算した結果が示されている。プリント配線板の厚さ $t$ が厚くなるほどインピーダンスが高くなっているが、上記厚さ $t$ を3mmにした場合は $t$ を1.6mmにした場合と同様の結果であった。これはインピーダンスが電磁界の広がり起因するものであことを示すものと言える。また、本発明のペン型プローブは直接接合させて測定を行うので、支持体となるプリント配線板はある程度の機械的強度を有する必要がある。それとは逆に小型化のために、厚みを薄くしたいという要求もある。以上に述べた制約から、本発明におけるプリント配線板の厚みは0.6乃至1.6mmであることが最も望ましい。また、所望の構造でインピーダンスを調整しようとする、誘電率 $\epsilon$ は高いほうが良いことがわかる。しかしながら、高周波においては誘電損失という観点からは低誘電率のプリント配線板が望ましい。この制約から、本発明における配線板の誘電率は3.5乃至5.5であることが最も望ましい。本実施例においては、誘電率 $\epsilon$ が4.8乃至5.1(公称値)のFR4を用いることにより、1GHzまで測定感度が線形性を有するペン型プローブが得られる。

#### 【0014】

【発明の効果】1. 微小ループコイル、伝送線路、および測定装置との接続を可能とするための高周波ケーブル用の接続部の支持体がプリント配線板よりなるものであ

る(請求項1)ので、石英基板に比べてプリント配線板が十分な機械的強度を有しており、したがって、被測定対象にプローブの先端を直接当てて計測することができ、より高感度の測定を行うことができる。また、プリント配線板を用いたことにより実装も容易となり、プリント配線板は打ち抜き加工できるから、石英基板に比べて加工性に優れており、廉価に製造することができる。また、プリント配線板を用いたことにより、軽量かつ堅牢なハンドヘルドタイプの近磁界プローブを作製することができる。

【0015】2. 近磁界プローブの支持体が先端にいくにしたがって細くなっているものであるから(請求項2)、その使い勝手が非常に良く、被測定対象がプリント配線板上に電子部品が高密度に実装されているものの場合でも、これについて目的とする箇所に的確に近磁界プローブを当てて測定することができ、また、高密度に配線された高周波電流パスをなぞりながら、ノイズ源的に探し出すこともできる。さらに、一般に、高周波においては特性インピーダンスを整合させる必要があり、オシロスコープやスペクトルアナライザは入力インピーダンスは50Ωであるので、ループコイルとこれらの測定器を接続するための伝送路の特性インピーダンスも50Ωでなければならない。これに対して、本発明によれば、ループコイルからの伝送線路をコブレナ線路により構成しているので(請求項2)、インピーダンスを容易に整合させることができる。

【0016】3. 現状のプリント配線板の加工技術を勘案すると、加工寸法は0.1mm程度であるから、接地導体の最小幅を2mmにすることは十分可能であり、接地導体の最小幅を2mm乃至3mmにすることにより(請求項3)、特性インピーダンスの整合を十分確保することができる。

【0017】4. ループコイル径が0.1乃至1mm程度、配線パターンの加工精度が0.1mm程度で近磁界プローブを作製する場合、特性インピーダンスを50Ωに調整するためにはプリント配線板の板厚がある程度厚いことが好ましく、機械的強度の観点からも0.6mm程度は必要である。プリント配線板の厚さが0.6乃至1.6mmであることにより、上記の両要求を満たしながら、ペン型近磁界プローブを可及的に小型化することができる。

【0018】5. ループコイル径が0.1乃至1mm程度、配線パターンの加工精度が0.1mm程度で近磁界プローブを作製するために、特性インピーダンスを50Ωに調整することが望ましいが、プリント配線板の誘電率を3.5乃至5.5にすることにより(請求項5)、ループコイル径が0.1乃至1mm程度の近磁界プローブについて高い測定精度を確保することができる。

【0019】6. プリント配線板の先端面とループコイルの間隔が0.3mm以上であるから、被測定対象物と

接触して配線板の先端部が変形することにより銅箔パターン（ループコイル）が剥がれるという恐れはなく、また、同時にループコイルと被測定物がショートすることもない。他方、この間隔が3mm以下であるので、被測定対象とループコイルとの間隔が大きくなって感度が低下することもない。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】は従来のループコイルによるペン型近磁界プローブの斜視図である。

【図2】（a）は実施例の平面図であり、（b）は同実施例の側面図である。

【図3】は図1の実施例の要部拡大平面図である。

【図4】（a）は、一例のコブレナ線路の接地導体幅と特性インピーダンスの関係についての計算結果のグラフ

であり、（b）は上記一例のコブレナ線路の配置を示す断面図である。

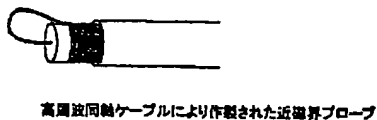
【図5】は接地導体幅2mmの場合の誘電率と特性インピーダンスとの関係を示すグラフである。

【図6】は接地導体幅5mmの場合の誘電率と特性インピーダンスとの関係を示すグラフである。

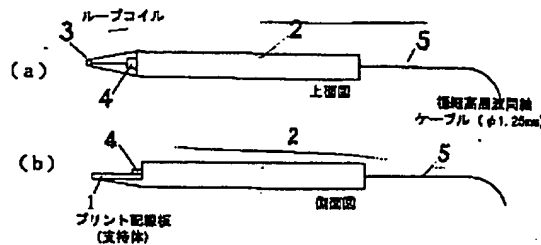
#### 符号の説明

- 1：プリント配線板
- 2：支持体
- 3：ループコイル
- 4：高周波コネクタ
- 5：同軸ケーブル
- 6：中心導体
- 7：接地導体

【図1】

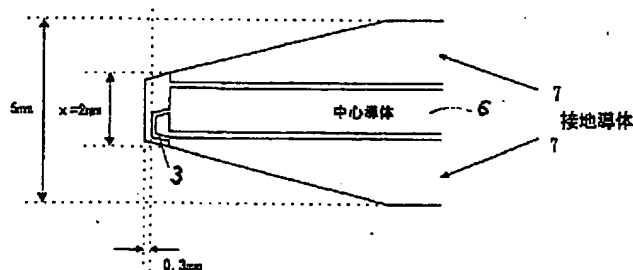


【図2】



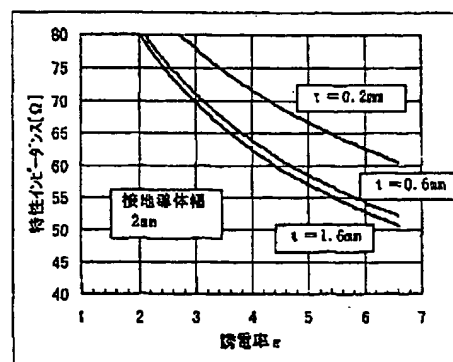
本発明におけるペン型近磁界プローブの概略図

【図3】



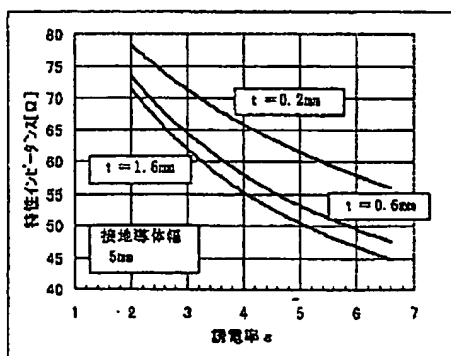
プリント配線板に作製されたループコイルとコブレナ線路

【図5】



接地導体幅2mmの場合

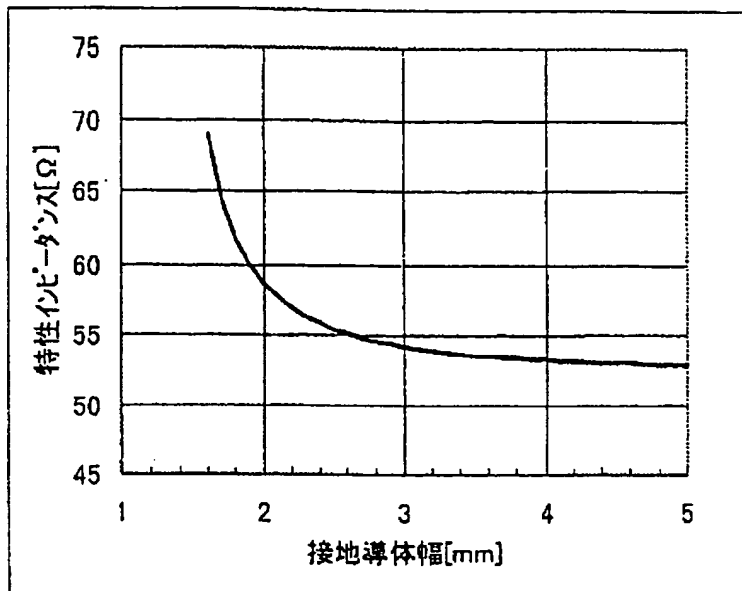
【図6】



接地導体幅5mmの場合

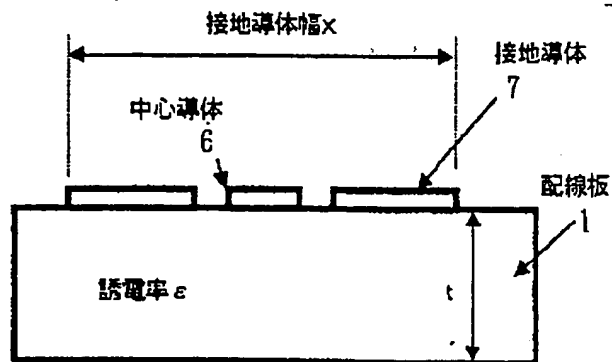
【図4】

(a)



文献に基づく計算結果 中心導体幅1.2mm, スペース0.15mm, 配線板の誘電率4.8

(b)



計算の配置 (プリント配線板の断面図)

【手続補正書】

【提出日】平成10年10月13日(1998. 10. 13)

【手続補正1】

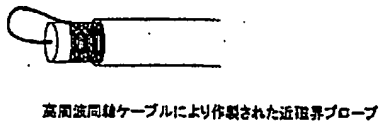
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】全図

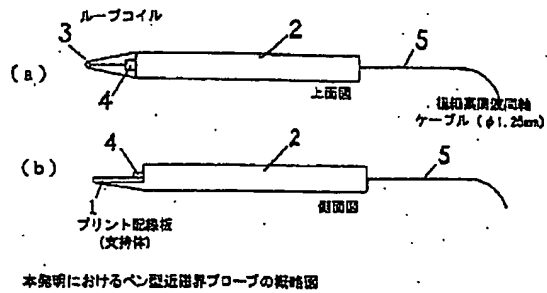
【補正方法】変更

【補正内容】

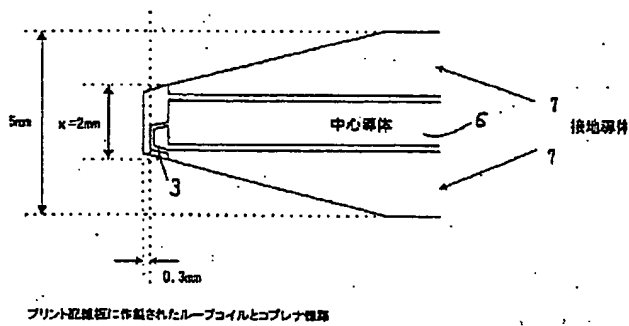
【図1】



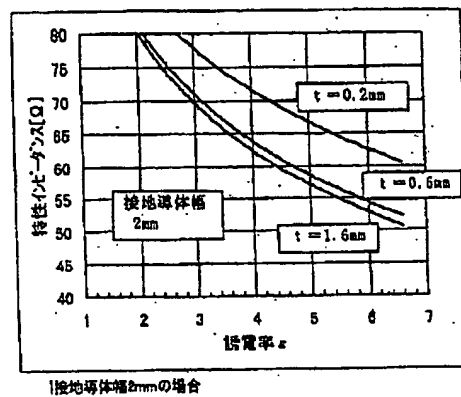
【図2】



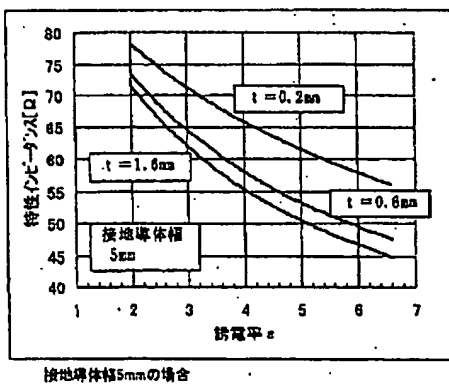
【図3】



【図5】



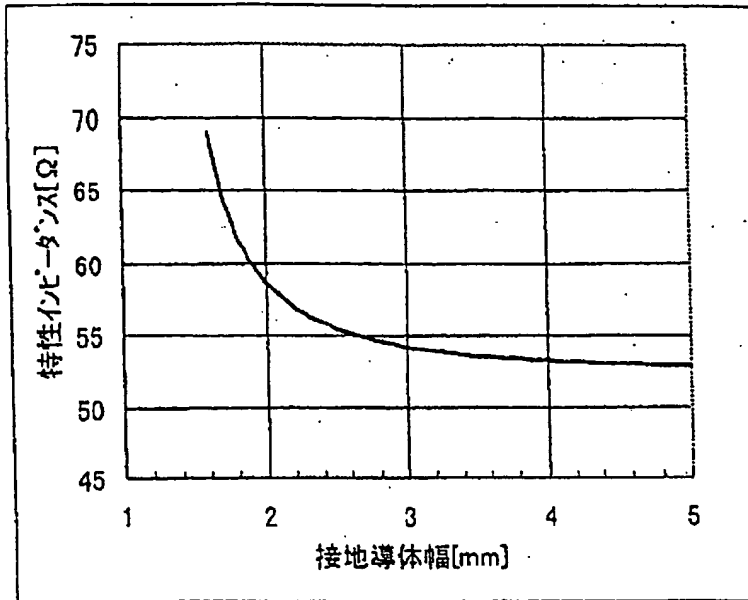
【図6】





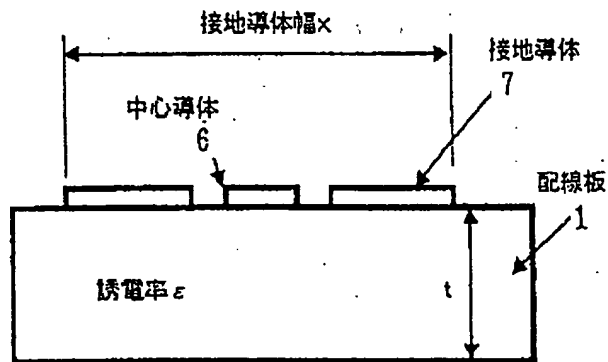
【図4】

(a)



文献に基づく計算結果 中心導体幅1.2mm, スペース0.15mm, 配線板の誘電率4.8

(b)



計算の配置 (プリント配線板の断面図)

フロントページの続き

(72)発明者 進藤 泰之

東京都大田区中馬込1丁目3番6号株式会  
社リコー内

Fターム(参考) 2G017 AA01 AC06 AC08 AD04 BA14